

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 665 808

(21) N° d'enregistrement national :

90 10250

(51) Int Cl¹ : H 04 B 3/14; H 04 L 27/01

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 10.08.90.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : Société dite: THOMSON-CSF
(société anonyme) — FR.

(72) Inventeur(s) : Gaborit Francis.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 14.02.92 Bulletin 92/07.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(73) Titulaire(s) :

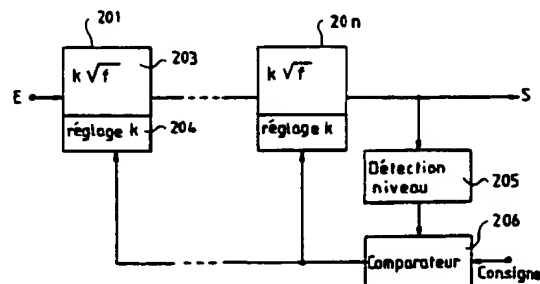
(74) Mandataire : Desperrier J.L.

(54) Egaliseur auto-adaptatif.

(57) L'invention concerne les égaliseurs auto-adaptatifs qui permettent d'égaliser le signal reçu d'une station éloignée pour permettre de le démoduler correctement.

Elle consiste à utiliser un égaliseur formé de cellules en série dont le gain en fonction de la fréquence est donné par $G = k f$. Le niveau en sortie de la dernière cellule est détecté puis comparé à un niveau de référence. Le résultat de cette comparaison est appliqué aux cellules pour régler les coefficients k de chacune de ces cellules en contre-réaction de manière à mener le niveau de sortie à la valeur du niveau de référence. Les cellules comprennent une photorésistance (309) dont la valeur détermine le coefficient k de la cellule. Cette photorésistance est éclairée par une diode électroluminescente (310) alimentée par le comparateur. On obtient ainsi une contre-réaction en continu avec une très faible bande passante et une séparation électrique parfaite entre la commande et l'organe commandé qui évite toutes oscillations parasites.

Elle permet d'égaliser les liaisons par câble supportant un code HDB3.



FR 2 665 808 - A1



EGALISEUR AUTO-ADAPTATIF

La présente invention se rapporte aux égaliseurs auto-adaptatifs qui permettent notamment de compenser les affaiblissements apportés par les câbles de transmission aux signaux qui les empruntent.

5 Le schéma simplifié d'une transmission de données numériques sur un câble est représenté sur la figure 1. Les données numériques sont appliquées à un émetteur 101 qui module une porteuse à fréquence F, par exemple par un code HDB3. Cette porteuse modulée est émise sur un câble 102 à
10 l'extrémité duquel le signal reçu est déformé en raison des caractéristiques de transmission du câble, qui varient selon la fréquence. Pour pouvoir démoduler cette porteuse, on utilise, de manière connue, un égaliseur 103 qui permet d'obtenir un signal sensiblement identique à celui émis par l'émetteur 101. Ce
15 signal est alors appliqué à un récepteur 104 qui le démodule et délivre les données numériques ainsi transmises.

La principale cause de déformation du signal dans le câble provient des variations de l'atténuation en fonction de la fréquence. Ces variations peuvent être très sensiblement
20 représentées par la formule :

$$A_{dB} = \alpha \cdot l \cdot \sqrt{f}$$

Dans cette formule f est la fréquence transmise, l la longueur du câble et α une constante propre au câble. Il est bien connu qu'une porteuse à la fréquence F, modulée par un
25 signal de modulation, présente des bandes latérales qui s'étendent plus ou moins en fonction de la cadence du signal de modulation et du type de modulation utilisée. Les différentes composantes de ces bandes latérales sont transmises en étant plus au moins atténuées selon une loi représentée par la formule
30 ci-dessus.

Il est connu, par exemple de l'article "A new family of active variable equalizers" publié par Robert R. CORDELL dans IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. cas-29, n° 5, May 1982, de réaliser un égaliseur analogique comprenant
5 essentiellement un amplificateur opérationnel muni d'un réseau permettant de lui donner un gain variable en fréquence avec une courbe qui compense celle de l'atténuation du câble. En effet si le gain de l'égaliseur est donné par la formule :

$$G_{dB} = k \cdot \sqrt{f}$$

10 on peut compenser tous les câbles de longueur l, si k est supérieur à .1, en agissant sur les organes qui contrôlent k.

Les égaliseurs connus à ce jour, tels que ceux proposés par CORDELL, doivent être réglés manuellement avant la transmission effective, après avoir effectué un certain
15 nombre de mesures comme par exemple la transmission d'une séquence test. Lorsque certains paramètres, tels que la longueur du câble, changent, il faut reprendre la séquence de réglage. L'expérience montre que cette contrainte est plus que théorique puisque par exemple dans le cadre d'une transmission sur les
20 lignes PTT on n'est jamais sûr de la configuration effective du chemin de transmission utilisé et que celui-ci peut même être modifié en cours de fonctionnement. Bien qu'on ait proposé de mettre dans l'égaliseur un dispositif de réglage électronique, on n'a pas pu jusqu'à présent procéder à un réglage automatique
25 en cours de fonctionnement de l'égaliseur, entre autres parce que les systèmes éventuellement utilisés amenaient à des instabilités, sources d'accrochages et d'oscillations parasites. Cet effet est d'autant plus accentué que l'on peut être amené pour des liaisons relativement longues à mettre en série
30 plusieurs modules qui se partagent la totalité de l'égalisation nécessaire.

Pour pallier ces inconvénients l'invention propose un égaliseur auto-adaptatif, du type comportant au moins une

cellule d'amplification ayant un gain G en dB répondant à la formule $G = k \cdot f$ où f est la fréquence et k un coefficient de réglage, et des moyens de réglage de k , caractérisé en ce que les moyens de réglage de k comprennent des moyens pour
5 détecter le niveau de sortie de l'amplificateur, et des moyens pour comparer le niveau ainsi détecté à une valeur de consigne et pour appliquer le signal résultant de cette comparaison à un organe de réglage de k ; ces moyens fonctionnant en contre-réaction continue pour maintenir ledit niveau de sortie à
10 ladite valeur de consigne.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante présentée à titre d'exemple non limitatif en face des figures annexées qui représentent :

15 - la figure 1 : le schéma simplifié d'une liaison de type connu ;

- la figure 2 : le schéma d'ensemble d'un égaliseur selon l'invention, comportant trois cellules identiques mises en série ; et

20 - la figure 3 : le schéma de principe d'une cellule de l'égaliseur de la figure 2.

L'égaliseur présenté sur la figure 2 comprend un ensemble de cellules d'égalisation 201 à 20n montées en série, dont la première reçoit le signal à corriger E et la dernière
25 délivre le signal corrigé S . Chacune de ces cellules comprend un amplificateur 203 dont le gain est donné en fonction de la fréquence f par $k \sqrt{f}$, et un organe électronique de réglage 204 qui permet de modifier la valeur de k . On utilise plusieurs cellules en série parce que dans le mode de réalisation décrit
30 la pente des cellules, c'est-à-dire le coefficient k , ne peut pas dépasser 1. Dans d'autres modes de réalisation on pourrait utiliser un nombre plus faible de cellules, voire une seule.

Le signal d'entrée est formé, comme dans l'exemple décrit plus haut, d'une porteuse à la fréquence F modulée par
35 un signal numérique selon un code HDB3. Selon les

caractéristiques bien connu du code HDB3, le niveau moyen du signal de sortie est constant quelle que soit la modulation appliquée, même si celle-ci est constituée d'une série de 0 ou de 1.

5 Il en résulte donc que si le signal d'entrée E est déformé par rapport au signal émis à l'émetteur, en raison de la transmission sur le câble, ce niveau moyen variera par rapport à une valeur déterminée qui correspondrait à l'atténuation pour la fréquence pure F. On dispose ainsi d'un moyen de mesure, tout
10 au moins qualitatif, de la déformation apportée par le câble.

Selon l'invention, on détecte le niveau moyen du signal de sortie S avec un dispositif de type connu 205. Ce dispositif de détection aura une constante de temps relativement longue, par exemple 0,5 s. Cette constante de temps est moins
15 destinée à obtenir le lissage dû au code HDB3, dont la cadence est dans le plupart des cas infiniment supérieure à cette constante de temps, qu'à moyenniser les petites variations dues à des causes diverses provenant de la transmission. L'expérience a montré que les variations importantes nécessitant une
20 intervention de l'égaliseur se produisait à des intervalles de temps nettement supérieurs à cette constante de temps.

Le niveau moyen ainsi obtenu en sortie du détecteur 205 est appliqué à un comparateur 206 qui mesure l'écart par rapport à une valeur de consigne appliquée sur une autre de ses
25 entrées. Cette valeur correspond à celle pour laquelle l'égalisation est correcte.

On obtient ainsi un signal d'erreur qui est appliqué simultanément sur les entrées des organes de réglages 204 des cellules d'égalisation.

30 Il n'est pas utile de prévoir une hiérarchie d'intervention des cellules, car celles-ci réagissent de l'une à l'autre avec des différences suffisantes dues aux dispersions de fabrication pour éviter d'en saturer une pendant qu'une autre ne servirait à rien.

La cellule représentée sur la figure 3 comporte comme élément actif principal un amplificateur opérationnel 301 dont l'entrée + est réunie à la masse et l'entrée - reçoit par l'intermédiaire d'une résistance 303 le signal d'entrée E. Le
5 signal de sortie S présent sur la sortie de cet amplificateur est rebouclé sur son entrée - par l'intermédiaire d'une résistance de contre réaction 302.

Le réseau de correction comprend essentiellement un ensemble de résistances 304 et de condensateurs 305. Chaque
10 résistance est en série avec un condensateur, et les couples résistances-condensateurs sont en parallèle. L'un des côtés de cet ensemble est réuni à l'entrée - de l'amplificateur 301, et l'autre côté à l'émetteur d'un transistor 306 qui fonctionne avec une résistance 307 en potentiomètre électronique. Cet
15 émetteur est relié au - de l'alimentation par une résistance 307 et le collecteur du transistor est relié directement au + de l'alimentation.

La base du transistor 306 est reliée d'une part à la sortie de l'amplificateur 301 par une résistance 308, et
20 d'autre part à l'entrée E par une photorésistance 309.

La valeur de la photorésistance 309 dépend de l'énergie lumineuse qu'elle reçoit d'une diode électroluminescente 310 alimentée par une source de courant I.

De cette manière cette cellule se comporte bien comme
25 un amplificateur dont le gain dépend de la fréquence en fonction de \sqrt{f} avec une pente k qui est fixée par le courant I qui traverse la DEL 310. La valeur du courant qui détermine la valeur de l'énergie lumineuse émise par la diode détermine donc la valeur de l'énergie lumineuse reçue par la photorésistance
30 309, ce qui modifie la polarisation du transistor 306, qui se comporte en résistance variable en formant avec la résistance 307 un potentiomètre alimenté entre le + et le -, ce qui détermine la valeur du gain total de l'ensemble.

Un tel système de contre-réaction permet d'obtenir une
35 dynamique de réglage particulièrement importante en se

débarrassant totalement des problèmes d'oscillations parasites. Ce résultat est obtenu d'une part parce que la contre-réaction est à très faible bande passante et pratiquement en continu, et d'autre part parce que le dispositif de réglage électro-optique assure un découplage particulièrement efficace. A titre d'exemple on peut utiliser des résistances disponibles commercialement sous le nom de VACTEC et fabriquées par la société VACTROL. On a même pu constater que ce modèle de résistance présentait une capacité parasite plus faible que celle d'un potentiomètre de type classique, ce qui diminue encore les risques d'accrochage.

En utilisant seulement 4 cellules d'égalisation on a pu obtenir un égaliseur présentant une bande passante de 10 MHz avec un gain à 10 MHz de 65 dB.

REVENDICATIONS

1. Egaliseur auto-adaptatif, du type comportant au moins une cellule (201) d'amplification ayant un gain G en dB répondant à la formule $G = k \cdot \sqrt{f}$ où f est la fréquence et k un coefficient de réglage, et des moyens de réglage de k ,
5 caractérisé en ce que les moyens de réglage de k comprennent des moyens (205) pour détecter le niveau de sortie de l'amplificateur, et des moyens (206) pour comparer le niveau ainsi détecté à une valeur de consigne et pour appliquer le signal résultant de cette comparaison à un organe (204) de
10 réglage de k ; ces moyens fonctionnant en contre-réaction continue pour maintenir ledit niveau de sortie à ladite valeur de consigne.

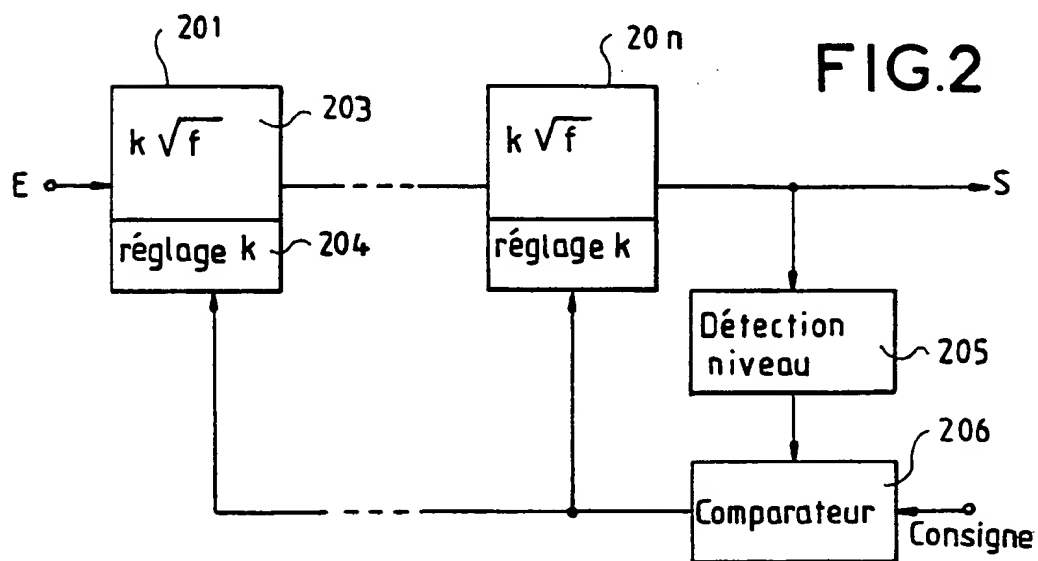
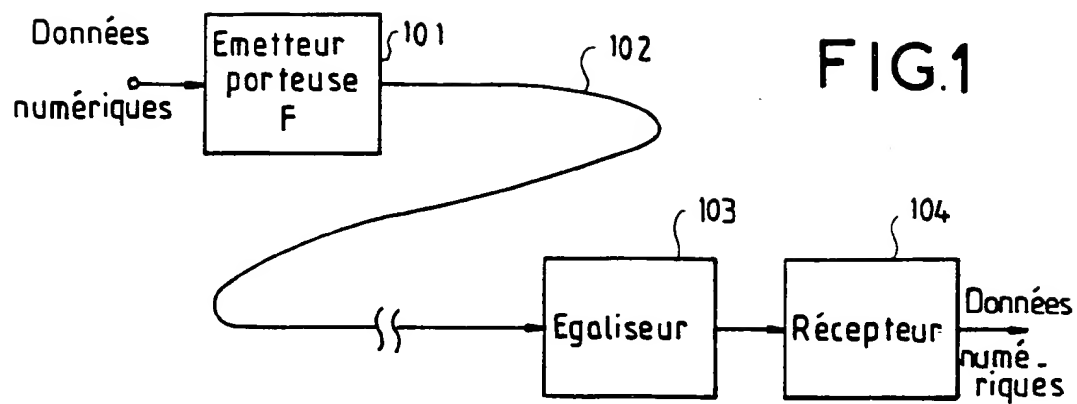
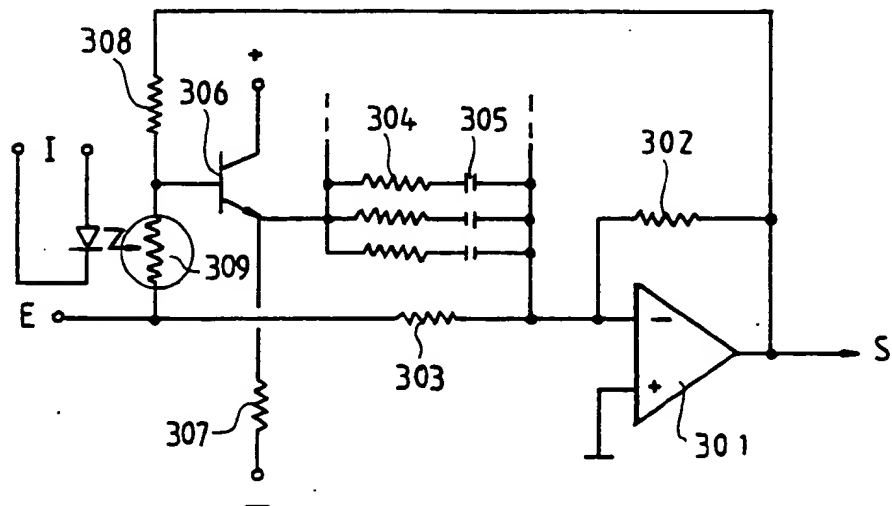
2. Egaliseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'organe de réglage (204) comprend une photorésistance
15 (309) dont la valeur détermine k , et une diode électroluminescente (310) alimentée par les moyens de comparaison (206) pour éclairer cette photorésistance de manière variable en fonction de cette alimentation.

3. Egaliseur selon l'une quelconque des revendications
20 1 et 2, caractérisé en ce que la bande passante de la boucle de contre-réaction est inférieure à 1 Hz.

4. Egaliseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble de cellules (201) réunies en série.

25 5. Egaliseur selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend 4 cellules.

1/1

**FIG.3**

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9010250
FA 449419

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 80 (E-168)(1225) 02 avril 1983, & JP-A-58 9415 (FUJITSU K. K.) * le document en entier *	1-5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 243 (3-145)(1121) 02 décembre 1982, & JP-A-57 142040 (FUJITSU K. K.) * le document en entier *	1-3
A, D	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS. vol. CAS29, no. 5, mai 1982, NEW YORK US pages 316 - 322; R. R. CORDELL: "A new family of active variable equalizers" * figures 7, 8 *	1-3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		H04L H04B
Date d'achèvement de la recherche 20 MARS 1991		Examineur SCRIVEN P.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		